

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO EN MELÓN Y PIMIENTO CON ACOLCHADO Y MICROTÚNEL

GROWTH ANALYSIS OF MUSKMELON AND BELL PEPPER WITH MULCH AND ROWCOVER

Luis Ibarra Jiménez^{1*}, José Manuel Fernández Brondo², Juan Munguía López¹, Sergio Alfredo Rodríguez Herrera³, Juan Carlos Díaz Pérez³, José Luis Hernández Mendoza² y Javier Farías Larios⁴

¹ Centro de Investigación en Química Aplicada. Apdo. Postal 379. C.P. 25100 Saltillo, Coah. Tel. (01) 8415-3030. ² Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Domicilio conocido, Buenavista, C.P. 25315 Saltillo, Coah. Tel. (01) 8417-3022. ³ Centro de Producción de Desarrollo de Productos Bióticos. IPN. Carr. Yautepec-Jojutla km 8. C.P. 67230. Morelos, Mor. Tel. (01) 7394-1896. ⁴ Universidad de Colima. FCBA. Apartado Postal 36. C.P. 28100 Tecomán, Colima. Tel y Fax (01) 3324-4237

* Autor responsable

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo estudiar el efecto del uso de acolchado solo o combinado con microtúnel de polipropileno (Agribón 17) en el crecimiento y rendimiento precoz y total de melón (*Cucumis melo* L.) y pimiento (*Capsicum annuum* L.). En Saltillo, Coahuila, México, durante 1996, para cada especie se evaluaron cinco tratamientos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones: 1) sin acolchado y sin microtúnel, Testigo; 2) acolchado con polietileno negro (APN); 3) APN más microtúnel cubriendo durante los primeros 10 días después de la siembra (dds) al melón y 20 días después del trasplante (ddt) al pimiento; 4) APN más microtúnel cubriendo durante los primeros 20 dds al melón y 30 ddt al pimiento; y 5) APN más microtúnel cubriendo durante los primeros 32 dds al melón y 40 ddt al pimiento. Las plantas de melón cultivadas con acolchado y microtúnel presentaron en promedio mayores valores que las plantas testigo en área foliar (AF), peso seco (PS), área foliar específica (AFE), razón de área foliar (RAF), tasa relativa de crecimiento (TRC) y tasa de asimilación neta (TAN). En melón el rendimiento precoz por efecto de cubierta más acolchado aumentó en promedio 45 t ha⁻¹, el testigo registró 13 t ha⁻¹; asimismo el rendimiento total se incrementó en promedio 34.0 t ha⁻¹. En pimiento el uso conjunto de acolchado y microtúnel provocó excesivas temperaturas lo que se reflejó en un rendimiento similar comparado con el acolchado, pero sin diferencias con el testigo, por lo que no es recomendable en este caso.

Palabras clave adicionales: *Cucumis melo* L., *Capsicum annuum* L., días grado, temperatura, rendimiento.

SUMMARY

The present study was conducted to determine the effect of soil mulch alone or combined with rowcovers (spunbonded polypropylene, Agribon 17) on the growth and early and total yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) and muskmelon (*Cucumis melo* L.). In Saltillo, Coahuila, México during 1996 for each species five treatments were evaluated in a randomized complete block design with four replications: 1) no mulch and no rowcover, Control; 2) black plastic mulch alone (BPM); 3) BPM plus rowcover during 10

days after sowing (das) in muskmelon and 20 days after transplanting (dat) in bell pepper; 4) BPM plus rowcover during 20 das in muskmelon and 30 dat in bell pepper; 5) BPM plus rowcover during 32 das in muskmelon and 40 dat in bell pepper. Plants under soil mulching plus rowcover in muskmelon presented generally higher values of leaf area (LA), dry weight (DW), specific leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR), relative growth rate (RGR), and net assimilation rate (NAR) as compared to the control. Early yield of muskmelon plants under soil mulch plus rowcover was increased by 45 t ha⁻¹ compared to the control (13 t ha⁻¹); total yield was increased by 34.0 t ha⁻¹. Under the conditions of this experiment, it is not recommended to use soil mulch plus rowcover in bell pepper because plant growth and yield may be affected by the excessive heat conditions under the row cover.

Additional index words: *Cucumis melo* L., *Capsicum annuum* L., degree days, temperature, yield.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados en varias regiones del mundo, particularmente en regiones templadas indican un incremento en la producción de melón (*Cucumis melo* L.) en respuesta al uso de acolchado solo o combinado con microtúneles. En pimiento (*Capsicum annuum* L.) el uso del acolchado solo también permite un aumento en la producción (Mohd *et al.*, 1987). Sin embargo, la conjunción de acolchado más microtúnel ha provocado respuestas diferentes de las plantas, como consecuencia del excesivo calor generado con el uso de microtúnel, al modificar la temperatura del aire la temperatura del suelo, la humedad relativa y la radiación fotosintéticamente activa en el dosel del cultivo (Wells y Loy, 1985).

El crecimiento de una planta está determinado por los procesos de división y expansión celulares, que dan como resultado el aumento de peso seco. Muchos factores

climáticos afectan el crecimiento de las plantas, pero la temperatura ha sido el factor más usado para estimar el tiempo necesario para cumplir el ciclo de los cultivos. Los datos de temperatura son a menudo incorporados en los estudios sobre acolchado y microtúnel (Bonano y Lamont, 1987; Peterson y Taber, 1991; Soltani *et al.*, 1995; Teasdale y Abdul-Baki, 1997), porque es el factor que mejor explica los cambios que se producen en el sistema planta.

En México el uso de acolchado en melón y pimiento es bien conocido, pero la información sobre el uso de acolchado más microtúnel es escasa. El acolchado ha probado ser una práctica de cultivo económicamente rentable en varias especies, pues aunque los costos de producción son superiores al método tradicional de cultivo, el beneficio económico para los agricultores es superior al método tradicional (Ibarra, 1991). Sin considerar las condiciones ambientales, el acolchado ha registrado aumentos en la producción en forma más consistente que otros sistemas de producción. En ciertas condiciones ambientales, la combinación del acolchado con microtúnel puede ocasionalmente aumentar la producción en relación al acolchado solo. Este sistema de producción en microtúnel consiste en cubrir al cultivo por un periodo corto de tiempo, antes de la aparición de flores, en diferentes especies hortícolas. El acolchado plástico provee incrementos en la temperatura del suelo, pero la combinación de acolchado más microtúnel provee temperaturas de suelo superiores (Wells y Loy, 1985). Como resultado de lo anterior, el sistema radical y el dosel del cultivo se ven favorecidos, especialmente cuando el cultivo tolera altas temperaturas; en otros casos se ve severamente afectado como consecuencia del excesivo calor generado con el uso de microtúneles, especialmente las solanáceas que han mostrado falta de consistencia en la respuesta al uso de microtúneles (Wolfe *et al.*, 1989).

En un estudio efectuado en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con cubierta Agribón 17 por periodos de 0, 30, 51, 58 y 75 días a partir del trasplante, el rendimiento obtenido fue de 69.1, 71.7, 85.8, 89.0 y 72.0 t ha⁻¹, respectivamente. La cubierta durante un periodo de 58 días indujo el mayor número de frutos de segunda, mientras que las plantas cubiertas hasta 75 días después del trasplante tuvieron más producción de frutos de tercera (Carrillo, 1991). Desafortunadamente, esa valiosa información no utilizó el acolchado combinado con cubierta flotante.

La calabacita (*Cucurbita pepo* L.) es quizá uno de los cultivos mejor documentados en México. En un estudio se encontró que el tratamiento acolchado más cubierta

flotante por un periodo de 26 días registró el más alto rendimiento con 13.7 t ha⁻¹ (Bonlam, 1991). En otro ensayo efectuado en el mismo cultivo, el tratamiento más sobresaliente estuvo representado por cubierta flotante sola y un periodo de cubierta de 38 días con 7.40 t ha⁻¹, y combinado con acolchado registró 0.068 t ha⁻¹ menos (Acosta, 1991). Similarmente, Ibarra y Flores (1997) detectaron un rendimiento de 23.2 t ha⁻¹ en el tratamiento acolchado plástico solo, mientras que el acolchado combinado con cubierta registró 20.5 t ha⁻¹. Los tres ensayos mencionados de calabacita tienen en común el uso de cubierta flotante denominada Agribón 17, pero difieren en la localidad de estudio, lo que refleja diferentes condiciones de clima y una respuesta diferente del cultivo a las cubiertas flotantes o al acolchado plástico.

El propósito del presente trabajo es contribuir al entendimiento de la respuesta de ambos sistemas de producción (acolchado sólo y acolchado más microtúnel) en una especie perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, melón, y en otra perteneciente a la familia de las solanáceas, pimiento, sobre el crecimiento vegetativo y el rendimiento precoz y total de melón y pimiento morrón. La hipótesis que se plantea es que el acolchado y los microtúneles provocan incrementos en las tasas de crecimiento y en el crecimiento total de ambos cultivos, situación que se refleja finalmente en un aumento en el rendimiento temprano y total.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en 1996 en la Estación Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), en Saltillo, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son 25° 27' de L.N., 101° 02' de L.O. y una altitud de 1610 msnm.

Se utilizaron los cultivares Yolo Wonder L de pimiento y Cruiser de melón, mismos que se trasplantaron y sembraron en primavera-verano de 1996. Las plantas de pimiento se produjeron en charolas de poliestireno expandido y se trasplantaron ocho semanas después de la siembra.

Los tratamientos de estudio fueron: 1) suelo desnudo, Testigo; 2) acolchado con polietileno negro (APN) calibre 130 (32.5 micras de espesor por 1.2 m de ancho); 3) APN más microtúnel con cubierta de polipropileno (Agribón 17) con remoción temprana de la cubierta, a los 10 días después de la siembra (dds) en melón y 20 días después del trasplante (ddt) en pimiento morrón (ACRT); 4) APN más remoción intermedia de la cubierta, 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento (ACRI), y 5)

APN más remoción tardía de la cubierta, a los 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento (ACRF).

Cada unidad experimental estuvo formada por tres surcos de 5.0 m de longitud, con una separación de 1.4 m en pimiento y de 1.8 m en melón; la distancia entre plantas fue de 0.25 m. Se consideró parcela útil el surco central sin sus plantas orilleras para fines de rendimiento. Para el análisis de crecimiento se utilizaron plantas de los dos surcos restantes. Se fertilizó con las fórmulas 100-60-00 y 200-100-100 de N, P₂O₅, K₂O en melón y pimiento, respectivamente, mismas que en experiencias previas han mostrado ser adecuadas. En el establecimiento del cultivo se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio; el complemento de nitrógeno fue repartido en el agua de riego por goteo durante el ciclo vegetativo de cada cultivo.

Inmediatamente después de la siembra en melón y del trasplante en pimiento, se colocó el microtúnel. En pimiento, para el sostén de la cubierta se utilizaron estacones de madera con una separación de 2.5 m, y una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo, a los cuales se les colocó alambre galvanizado calibre 14, a 60 cm de altura del suelo, estableciendo el microtúnel por encima del alambre, creando con ello un túnel de “dos aguas”, sujetado con suelo en ambos lados de la cubierta. Los estacones de madera sirvieron después de la remoción de la cubierta para la conducción vertical del cultivo, sistema utilizado ampliamente en el Valle de Culiacán, Sinaloa en siembras de pimiento. En melón se utilizaron arcos de alambón colocados a 1.2 m entre sí y permanecieron en el campo durante el periodo de duración de las cubiertas, por lo que se considera un sistema de producción, denominado microtúnel.

Mediciones climáticas. Las temperaturas de aire y suelo se registraron con sensores conectados a un datalogger (LI-1000, LI-COR, Lincoln, Nebraska). El datalogger registró temperaturas diarias cada hora y calculó promedios diarios. Las temperaturas de aire fueron tomadas a 15 cm de altura del suelo mediante sensores colocados dentro de una garita de madera, por lo que son consideradas temperaturas bajo abrigo. Las temperaturas de suelo fueron registradas a 10 cm de profundidad.

Días grado. El método de días grado-aire (DG) ha sido utilizado principalmente para predecir las tasas de crecimiento (Perry *et al.*, 1986), aunque también se emplea para predecir la época óptima en que deberán ser removidas las cubiertas del microtúnel del campo. La fórmula de días grado-suelo ha sido sugerida por Jenni *et al.* (1996). Las siguientes fórmulas fueron utilizadas

para el cálculo de DG-aire y DG-suelo en pimiento y melón.

$$\Sigma DG1 = (TA \text{ Máx} + TA \text{ Mín})/2 - T \text{ base}$$

$$\Sigma DG2 = (TS \text{ Máx} + TS \text{ Mín})/2 - T \text{ base}$$

Donde:

TA Máx, TA Mín y T base son temperaturas diarias de aire máxima, mínima y base, respectivamente.

TS Máx y TS Mín son temperaturas de suelo máxima y mínima. La temperatura base en ambos casos fue de 10 °C.

La determinación de los días grado se hizo hasta los 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

Crecimiento del cultivo y rendimiento. Al tiempo de inicio de la primera remoción de cubierta se sacaron dos plantas por tratamiento y por repetición, para la determinación del área foliar; a estas mismas plantas se les determinó el peso seco, secando las muestras a 70 °C hasta obtener peso constante. La determinación del área foliar y peso seco se realizó a los 10, 20 y 32 dds en melón y a los 20, 30 y 40 ddt en pimiento.

A la cosecha se determinó el rendimiento temprano y total. El rendimiento temprano fue la producción acumulada hasta la segunda recolección. El rendimiento rezaga incluye frutos fuera de tipo; en melón son los frutos pútridos y manchados por humedad del suelo, frutos menores de 1.0 kg, y frutos deformes; en pimiento son los frutos menores de 70 g, dañados por barrenillo (*Anthonomus eugenii*), y por sol.

Variables de crecimiento: Los datos de área foliar, peso seco y área foliar específica son mediciones de un muestreo; en cambio, la tasa relativa de crecimiento, razón de área foliar, tasa relativa de crecimiento y tasa de asimilación neta corresponden al promedio entre dos muestreos.

AFE = Área foliar específica:

$$AFE = \frac{\text{Área foliar}}{\text{Peso seco de hoja}}, \text{ en cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

TRC = Tasa relativa de crecimiento:

$$TCR = \frac{(\ln PS_2 - \ln PS_1)}{(t_2 - t_1)}, \text{ en g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$$

RAF = Razón de área foliar:

$$RAF = 1/2 \left(\frac{AF_1}{PS_1} + \frac{AF_2}{PS_2} \right), \text{ en cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

TAN = Tasa de asimilación neta:

$$TAN = \frac{(PS_2 - PS_1)}{(AF_2 - AF_1)} \cdot \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(t_2 - t_1)}, \text{ en g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$$

Donde:

PS₁ y PS₂ son el peso seco por planta (g) a los 10, 20 y 32 dds en melón, y a los 20, 30, y 40 ddt en pimiento.

AF₁ y AF₂ son los valores de área foliar (cm²) a los 10, 20 y 32 dds en melón, y a los 20, 30, y 40 ddt en pimiento.

ln es logaritmo natural.

t₁ es el tiempo del primer muestreo.

t₂ es el tiempo del segundo muestreo.

Para el análisis de crecimiento de datos se realizó un programa en el Statistical Analysis System (SAS). Los datos se analizaron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para la comparación de medias entre tratamientos se utilizó la prueba DMS (P ≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos cultivos, las temperaturas medias de aire y suelo bajo acolchado con microtúnel fueron superiores al testigo (Cuadro 1). En melón los tratamientos ACRT, ACRI y ACRF aumentaron la temperatura media de aire con respecto al testigo en 4.2, 6.0 y 7.2 °C, y en pimiento 5.6, 6.0 y 7.7 °C. La temperatura media del suelo siguió la misma tendencia. El calor generado con el uso de microtúnel retarda la pérdida de calor al exterior de la cubierta. El acolchado no causó diferencias en temperatura de aire con respecto al testigo, sólo incrementó la temperatura de suelo en 4.1 y 2.0 °C, respectivamente, en melón y pimiento. Tales resultados están en acuerdo con los encontrados por Bonano y Lamont (1987), Hempill y Crabtree (1988), Motsenbocker y Bonano (1989).

En los tres muestreos de área foliar (AF) efectuados (Cuadro 2), los tratamientos de microtúnel superaron significativamente al testigo (P ≤ 0.05). Las plantas desarrolladas con microtúnel tuvieron mayor superficie foliar que las desarrolladas con acolchado plástico solo. La información presentada indica que las plantas de melón cultivadas bajo microtúnel fueron favorecidas en su crecimiento de AF en los tres periodos de permanencia de la cubierta. Probablemente el mayor calor generado con el uso de cubierta promovió un mayor crecimiento de AF.

Cerca de 90 % de la densidad del flujo fotónico fotosintético (DFFF) es transmitida a través de las cubiertas de polietileno ranurado (Wells y Loy, 1985). Las cubiertas de poliéster y polipropileno son menos transparentes, pues transmiten cerca de 80 % de la DFFF.

Ninguno de los períodos de permanencia de la cubierta limitó el crecimiento de las plantas. Contrariamente, a medida que el periodo de prueba de la cubierta aumentó, se incrementó el AF. Al comparar la información de AF con el rendimiento temprano y rendimiento total, se observó que son caracteres mutuamente asociados, es decir, que al aumentar el AF se incrementó el rendimiento temprano y el rendimiento total, seguramente como consecuencia de la mayor superficie receptora de radiación solar. Al respecto, Teasdale y Abdul-Baki (1997) reportan mayores valores de área foliar al usar acolchado plástico con respecto al testigo, Wolfe *et al.* (1989) reportan la misma tendencia con acolchado plástico solo o combinado con microtúnel en tomate y pepino (*Cucumis sativus* L.).

En el presente trabajo, esa tendencia no se registró en pimiento; la excesiva temperatura de aire registrada con cubierta (Cuadro 1) provocó efectos detrimentales en la superficie foliar del cultivo lo que seguramente redujo el AF, y se hizo más evidente en los periodos de mayor duración de las cubiertas, representados por los tratamientos ACRI y ACRF.

El peso seco por planta (PS) se muestra en el Cuadro 3, y al igual que para la variable AF los mayores valores de AF los registraron los tratamientos de cubierta más acolchado en plantas de melón. Mayores valores de AF y PS son reportados por Wolfe *et al.* (1989) al usar acolchado más microtúnel en otra cucurbitácea (pepino), y resultados similares fueron reportados en melón por Jenni *et al.* (1996).

Cuadro 1. Días grado aire y suelo y temperaturas de aire y suelo en plantas de melón y pimiento bajo acolchado y microtúnel para 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento. Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Grados día			Temp. máxima registrada (°C)		Temperatura media (°C)	
		Aire	Suelo	Aire	Suelo	Aire	Suelo	
Melón	Testigo	442	408	37.5	32.1	22.34	26.7	
	Acolchado	446	512	37.2	34.1	25.62	30.8	
	ACRT	534	541	51.4	36.1	26.63	31.4	
	ACRI	621	596	52.6	38.3	28.33	33.2	
	ACRF	675	636	52.6	38.3	29.58	34.0	
Pimiento	Testigo	579	559	38.4	35.0	23.18	29.1	
	Acolchado	581	687	37.6	34.6	24.24	31.1	
	ACRT	724	757	50.0	38.7	28.80	33.4	
	ACRI	784	797	50.2	39.8	29.19	34.7	
	ACRF	846	838	50.4	39.9	30.89	36.3	

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

Cuadro 2. Área foliar (AF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel. Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²		Tercer muestreo ³	Media
			cm ² /planta			
Melón	Testigo	2.16 c	7.13 a	27.70 c	12.33	
	Acolchado	4.32 b	17.66 c	194.90 c	72.29	
	ACRT	7.59 ab	97.20 b	1149.70 b	418.16	
	ACRI	7.85 a	172.51 a	2284.70 a	821.68	
	ACRF	7.69 a	149.64 a	2088.40 a	748.57	
	DMS(0.05)	3.27	27.74	439.95		
Pimiento	Testigo	45.81 b	313.73 ab	670.20 ab	343.24	
	Acolchado	71.65 b	331.54 a	479.90 bc	294.36	
	ACRT	133.28 a	340.22 a	791.50 a	421.66	
	ACRI	126.38 a	159.83 bc	506.50 ab	264.23	
	ACRF	128.57 a	104.00 c	194.10 c	142.22	
	DMS(0.05)	44.15	155.11	299.92		

^{1,2,3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS ($P \leq 0.05$).

Los valores promedio de tres observaciones indican que el tratamiento testigo registró el menor valor de AFE, lo que indica que las hojas de melón acolchadas o cubiertas fueron más delgadas que las del testigo, pero de acuerdo con información previa presentaron mayores valores de AF y PS.

En melón el área foliar específica (AFE) fue significativamente superior al testigo ($P \leq 0.05$) al usar acolchado solo o en combinación con microtúnel, en dos de los tres muestreos efectuados (Cuadro 4).

Respecto a tasa de crecimiento en pimiento, se observó una tendencia diferente que en melón; es decir, los tratamientos de acolchado solo o combinado con cubierta solamente superaron en AFE al testigo en el segundo muestreo.

La razón para que los tratamientos Acolchado, ACRT, ACRI y ACRF hayan presentado hojas más delgadas que el testigo puede ser atribuida a que acumularon durante tal periodo mayor cantidad de AF y PS.

Como se aprecia en el Cuadro 5, en melón las plantas bajo acolchado y microtúnel alcanzaron mayores tasas relativas de crecimiento relativo (TRC). En el primer y segundo muestreo, las plantas no cubiertas (testigo y acolchado) tuvieron menor eficiencia de crecimiento respecto a las plantas cubiertas, lo que probablemente se debió al mayor calor generado con el uso de cubiertas (Cuadro 1). En el tercer y cuarto muestreo (datos no mostrados) la TRC declinó a medida de que el ciclo vegetativo progresó.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN MELÓN Y PIMIENTO

Cuadro 3. Peso seco por planta (PS) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel. Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	Media
		g/planta			
Melón	Testigo	0.01 c	0.05 c	0.59 c	0.21
	Acolchado	0.03 b	0.12 c	1.77 c	0.64
	ACRT	0.05 a	0.55 a	11.81 b	4.13
	ACRI	0.05 a	0.97 a	22.95 a	7.99
	ACRF	0.05 a	0.78 a	18.67 a	6.50
	DMS (0.05)	0.018	0.22	4.90	
Pimiento	Testigo	0.38 c	2.85 a	5.42 ab	2.88
	Acolchado	0.46 bc	2.75 ab	4.43 b	2.54
	ACRT	0.72 a	3.18 a	7.32 a	3.74
	ACRI	0.67 ab	1.63 bc	4.66 b	2.32
	ACRF	0.64 ab	1.25 c	1.73 c	1.20
	DMS (0.05)	0.24	1.33	4.57	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Área foliar específica (AFE) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Tercer muestreo ³	Media
		cm ² g ⁻¹			
Melón	Testigo	150.58	176.71 b	55.74 c	127.67
	Acolchado	148.93	178.04 b	153.87 ab	160.28
	ACRT	149.97	214.49 a	142.10 b	168.85
	ACRI	156.06	219.05 a	154.62 ab	176.57
	ACRF	160.65	238.04 a	175.59 a	191.42
	DMS (0.05)	n.s.	35.51	27.52	
Pimiento	Testigo	263.30	125.00 c	180.22	189.50
	Acolchado	375.79	133.10 bc	157.42	222.10
	ACRT	445.03	138.07 b	157.03	246.71
	ACRI	415.96	158.81 a	190.89	255.22
	ACRF	515.38	155.19 a	178.62	283.06
	DMS (0.05)	n.s.	10.25	n.s.	

^{1, 2, 3} = Tomados 10, 20 y 32 dds en melón y los 20, 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

n.s., = No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS ($P \leq 0.05$).

Esto es una respuesta típica atribuida al incremento en la producción de tejido no fotosintético de plantas maduras.

Respecto a la tasa relativa de crecimiento en pimiento, los tratamientos de acolchado solo o combinados con microtúnel tuvieron un comportamiento estadísticamente similar, pero exhibieron la misma tendencia que melón, es decir, superaron cuantitativamente al testigo en los dos muestreos, lo que se hace más evidente en la media de los dos muestreos. Los cultivos varían en la respuesta al desarrollo y rendimiento bajo microtúnel y depende de la espe-

cie, los materiales usados y condiciones climáticas (Wolfe *et al.*, 1987).

El desarrollo más eficiente de melón y pimiento en suelo acolchado o con microtúnel durante el periodo de tratamiento respecto al testigo puede ser atribuido a un mayor calentamiento del suelo (Cuadro 1). Los microtúneles pueden calentar rápidamente el ambiente a los niveles óptimos requeridos, pero también pueden calentarlo a niveles perjudiciales durante el periodo de cobertura. Tindal *et al.* (1991) asociaron el bajo rendimiento de tomate desarrollado en acolchado plástico negro con altas temperaturas;

Wolfe *et al.* (1989) reportan resultados similares en tomate al usar microtúnel. Lo anterior es una respuesta típica de bajo rendimiento con el uso de plásticos, debido a que el cultivo es expuesto a temperaturas excesivamente altas. En el presente trabajo las plantas de melón con una mayor TRC fue reflejada en un mayor rendimiento temprano y total.

Cuadro 5. Tasa relativa de crecimiento (TRC) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Media
		(g g ⁻¹ d ⁻²)		
Melón	Testigo	0.115 c	0.2100	0.162
	Acolchado	0.129 c	0.2109	0.169
	ACRT	0.242 b	0.2507	0.246
	ACRI	0.297 a	0.2639	0.280
	ACRF	0.279 ab	0.2658	0.272
	DMS (0.05)	0.039	n.s.	
Pimiento	Testigo	0.120	0.023	0.071
	Acolchado	0.121	0.110	0.115
	ACRT	0.149	0.088	0.118
	ACRI	0.147	0.047	0.097
	ACRF	0.146	0.063	0.104
	DMS (0.05)	n.s.	n.s.	

^{1,2} = Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

n.s. = No significancia.

Las medias dentro de la columna de melón con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS (P ≤ 0.05).

La razón de área foliar (RAF) tendió a disminuir en los cultivos de melón y pimiento en el segundo muestreo con relación al primero (Cuadro 6). Los tratamientos con acolchado o microtúnel tendieron a acumular en promedio mayor RAF en los dos muestreos en relación al testigo. La tendencia a la disminución es quizá debida a que a medida de que se incrementa el crecimiento de otro órgano como lo es el fruto, los productos fotosintéticos se transportan ahora a dos órganos, la hoja y el fruto.

En melón los tratamientos con cubierta registraron un valor significativamente mayor (P ≤ 0.05) de TAN (Cuadro 7) que el acolchado y testigo en el primer muestreo (10-20 dds); en el segundo muestreo el testigo superó en TAN a los tratamientos de acolchado o cubiertos. Los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) por Soltani *et al.* (1995), quienes encontraron que

en la etapa inicial del cultivo se presentaron los mayores valores de TAN al usar acolchado en combinación con microtúnel, reportan también que en muestreos subsecuentes, cuando las temperaturas fueron más altas, la TAN de las plantas con cubierta declinó, mientras la TAN de las plantas no cubiertas fue hasta tres veces mayor que las plantas cubiertas. Mostenbocker y Bonano (1989) presentan resultados similares en melón, en Carolina del Norte, donde las altas temperaturas son comunes y pueden limitar el uso de microtúnel con cubiertas perforadas.

Cuadro 6. Relación de área foliar (RAF) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel. Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Media
		cm ² g ⁻¹		
Melón	Testigo	153.60	101.75 b	127.67
	Acolchado	151.85	143.22 a	147.53
	ACRT	163.85	136.95 a	150.40
	ACRI	167.86	139.84 a	153.85
	ACRF	177.99	154.0 a	165.99
	DMS (0.05)	n.s.	22.56	
Pimiento	Testigo	101.97 c	101.97	101.97
	Acolchado	130.09 bc	102.64	116.36
	ACRT	156.52 ab	105.48	131.00
	ACRI	164.31 a	127.28	145.79
	ACRF	167.13 a	115.42	141.27
	DMS (0.05)	31.79	n.s.	

^{1,2} = Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

n.s. = No significancia.

Las medias dentro de columnas en cada cultivo con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS (P ≤ 0.05).

En plantas de pimiento los valores de TAN fueron estadísticamente iguales en los dos muestreos, con valores que variaron de 0.0007 a 0.0010 g cm⁻² d⁻¹. El uso de acolchado plástico en combinación con cubierta puede ocasionar un efecto dañino en pimiento, lo que fue evidente en la totalidad de los tratamientos de cubierta que registraron hasta 50 °C (datos no mostrados), lo que provocó una coloración amarillenta en el follaje del cultivo, y aproximadamente 20 % de la población presentó daños irreversibles por dicho efecto. Algunas de las plantas de pimiento reiniciaron su crecimiento una vez que las cubiertas fueron removidas.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN MELÓN Y PIMIENTO

Cuadro 7. Tasa de asimilación neta (TAN) en los cultivos de melón y pimiento bajo diferentes tratamientos de acolchado y microtúnel Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamiento	Primer muestreo ¹	Segundo muestreo ²	Media
		g cm ⁻² d ⁻¹		
Melón	Testigo	0.00075 b	0.00293 a	0.0018
	Acolchado	0.00083 b	0.00165 b	0.0012
	ACRT	0.00144 a	0.00217 b	0.0018
	ACRI	0.00174 a	0.00223 b	0.0019
	ACRF	0.00152 a	0.00202 b	0.0017
	DMS (0.05)	0.0003	0.0007	
Pimiento	Testigo	0.0012	0.0003	0.0007
	Acolchado	0.0010	0.0011	0.0010
	ACRT	0.0011	0.0008	0.0009
	ACRI	0.0010	0.0004	0.0007
	ACRF	0.0010	0.0005	0.0007
	DMS (0.05)	n.s.	n.s.	

^{1,2} = Tomados 20 y 32 dds en melón y los 30 y 40 ddt en pimiento, respectivamente.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento.

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento.

ACRF = Acolchado con cubierta flotante, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento.

n.s. = No significancia.

Los medios dentro de cada columna en el cultivo de melón con la misma literal, son estadísticamente iguales, de acuerdo con la prueba DMS (P ≤ 0.05).

El rendimiento temprano de melón se incrementó en 266, 358, 356 y 338 % con el uso de los tratamientos APN, ACFT, ACRI y ACRF, respectivamente y el rendimiento del testigo fue de 13.1 t ha⁻¹ (Cuadro 8). Tam-

bién el rendimiento total se incrementó en 46.9, 62.5, 79.8 y 67.5 %, respectivamente; el rendimiento del testigo fue 48.4 t ha⁻¹.

Mohd *et al.* (1987) encontraron en pimiento un aumento en rendimiento temprano y total al usar cubierta de polietileno transparente, blanco y tela no tejida, obteniendo además mayor altura de planta, masa fresca y mayor número de ramas por planta. La diferencia entre los trabajos de Mohd *et al.* y éste, radica en que ellos emplearon únicamente microtúnel, es decir, no combinado con acolchado. La presencia de temperaturas altas afecta severamente al pimiento, aunque existe poca literatura al respecto. No obstante, Abdalla y Verkerk (1968), Charles y Harris (1972) y Shelby *et al.* (1978) indican que en otra solanácea (tomate), la esterilidad a temperaturas superiores a 30 °C es debida a la insuficiente polinización pues se reduce el crecimiento del tubo polínico. Valadez (1992) reporta que en condiciones de alta temperatura el cultivo de chile puede presentar daños como aborción de flores; además menciona que en especies de chile de fruto pequeño a temperaturas de 32 a 35 °C, el pistilo crece más que los estambres antes que hayan abierto las anteras, dificultando la polinización. Temperaturas extremadamente altas pueden provocar la caída de frutos. Los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos por Pratt *et al.* (1981), Edge y Gerber (1985), Wells y Loy (1985), Wolfe *et al.* (1989), respecto a que las solanáceas han mostrado resultados inciertos en cuanto al incremento en la rendimiento precoz y total con el uso de microtúneles.

Cuadro 8. Efecto del acolchado y las microtúnel en el rendimiento de melón y pimiento morrón. Saltillo, Coahuila.

Cultivo	Tratamientos	Rendimiento precoz (t ha ⁻¹)	Rendimiento rezaga (t ha ⁻¹)	Rendimiento comercial (t ha ⁻¹)	Rendimiento total (t ha ⁻¹)
Melón	Testigo	13.125 b	14.317	34.133 b	48.450 b
	Acolchado	48.042 a	12.160	59.022 a	71.182 a
	ACRT	60.198 a	13.023	65.710 a	78.733 a
	ACRI	59.842 a	8.530	78.572 a	87.102 a
	ACRF	57.530 a	12.853	68.703 a	81.555 a
	DMS (0.05)	12.749	n.s.	21.07	19.66
Pimiento	Testigo	2.099	4.345	35.353	39.698
	Acolchado	4.746	4.231	45.817	50.048
	ACRT	5.194	5.023	45.993	51.016
	ACRI	3.383	4.341	42.756	47.097
	ACRF	2.370	5.116	45.786	50.902
	DMS (0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ACRT = Acolchado con microtúnel, removido 10 dds en melón y 20 ddt en pimiento

ACRI = Acolchado con microtúnel, removido 20 dds en melón y 30 ddt en pimiento

ACRF = Acolchado con microtúnel, removido 32 dds en melón y 40 ddt en pimiento

n.s. = No significancia.

Las medias de las columnas del cultivo de melón con la misma literal son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba DMS (P ≤ 0.05).

CONCLUSIONES

El análisis de crecimiento realizado demuestra que para las condiciones en que se llevó a cabo el experimento en el cultivo de melón, el acolchado plástico negro solo o combinado con microtúnel incrementa el área foliar, peso seco, tasa relativa de crecimiento, área foliar específica, relación de área foliar, rendimiento temprano y rendimiento total, con respecto al testigo, pero no la tasa de asimilación neta.

El pimiento producido con acolchado rindió igual a los a los tratamientos de acolchado más microtúnel. La excesiva temperatura generada por el uso de cubiertas, podría limitar su uso bajo las condiciones de temperaturas relativamente elevadas en donde se efectuó el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdalla, A. A. and K. Vereck. 1968. Growth flowering and fruit set of tomato high temperature. Netherlands. J. Agric. Sci. 16: 71-76.
- Acosta, L. R. 1991. Reporte del Colegio de Postgraduados a la Empresa Bonlam, S. A. de C. V.
- Bonano, R. and W. J. Lamont. 1987. Effect of polyethylene mulches, irrigation method, and row covers on soil and air temperature and yield of muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5):735-738.
- Bonlam, S. A. de C. V. 1991. División Fibras, CYDSA. México, D. F. 6 p.
- Carrillo, F. 1991. Efecto de diferentes periodos de cobertura con tela de polipropileno sobre la incidencia de virosis y el rendimiento del tomate en Sinaloa. XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Puebla, Pue. p. 157.
- Edge, S. J. and J. M. Gerber. 1985. Effect of row covers on physiological plant parameters and growth of tomatoes and sweet corn. Proc. National Agricultural Plastics Congress 18:84-93.
- Hempill, D. D. and G. D. Crabtree. 1988. Growth response and weed control in slicing cucumbers under row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(1): 41-45.
- Hempill, D. D. and N. S. Mansour. 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4): 513-517.
- Ibarra, L. 1991. Validación semicomercial del acolchado en el noroeste de México. Terra 9 (2): 150-156.
- Ibarra, L. y J. Flores. 1997. Acolchado plástico, cubiertas flotantes y desarrollo y rendimiento de sandía y calabacita. Agrociencia 31 (1): 9-14.
- Jenni, S., D. C. Cloutier, G. Burgeois, and K. A. Stewart. 1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis of perfect flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(2):274-280.
- Mohd, K., J. M. Gerber, and W. E. Splittstoesser. 1987. Row tunnel effects on growth, yield and fruit quality of bell pepper. Proc. National Agricultural Plastics Congress. pp:152-158.
- Motsenbocker, C. E. and R. E. Bonano. 1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. HortScience 24 (4): 601-603.
- Perry, K. B., T. C. Wehner, and G. L. Johnson. 1986. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. HortScience 2(3): 419-423.
- Peterson, R. H. and H. Taber. 1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under row covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2): 206-209.
- Pratt, A. J., P. C. Kohm, and H. C. Wien. 1981. Plastic mulches and plant growing tunnels and some of their effects on temperature control, water conservation and yields of pepper in Arizona and Upstate New York. Proc. National Agricultural Plastics Congress 16: 66-78.
- Shelby, R. A., W. H. Greenleaf, and C. M. Peterson. 1978. Comparative floral fertility and heat tolerant and heat sensitive tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 (6): 778-780.
- Soltani, N., L. Anderson, and A. R. Hanson. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (6): 1001-1009.
- Teasdale, J. R. and A. A. Abdul-Baki. 1995. Soil temperature and tomato associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. Journal of the American Society for Horticultural Science 120(5): 848-853.
- Teasdale, J. R. and A. Abdul-Baki. 1997. Growth analysis of tomatoes in black polyethylene and hairy vetch production systems. HortScience 32(4): 659-667.
- Valadez, A. L. 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. Mexico, D.F. pp: 246-249.
- Tindall, J. A., R. B. Beverly, and D. E. Redcliffe. 1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro irrigation. Agron. J. 83: 1028-1034.
- Wells, O. J. and J. B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20(5): 822-826.
- Wolfe, D. D., L. D. Albright, and J. Wyland. 1989. Modelling row cover effects on microclimate and yield: Growth response of tomato and cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (4): 562-568.